Capítulo 6

Ciência Básica, Ciência Aplicada, Tecnologia

O propósito deste capítulo é diferenciar a pesquisa básica, orientada à produção do conhecimento pelo valor inerente ao mesmo, da pesquisa aplicada, destinada a resolver problemas práticos e ainda, da tecnologia entendida como produção de objetos, sistemas e procedimentos eficientes, com o auxílio da ciência. Veremos também em que consiste o fenômeno denominado tecnociência.

6.1 As distinções tradicionais

Entende-se por **ciência "básica" ou "pura"** aquele tipo de pesquisa cujo objetivo é a ampliação do conhecimento na respectiva área (matemática, astronomia, psicologia etc.), sem um propósito de aplicação de tais conhecimentos. Desse modo, a tentativa de demonstrar um teorema matemático, a indagação relativa à formação dos "buracos negros" no universo, ou a investigação do mecanismo da memória, podem ser empreendimentos científicos em que não haja, ao menos inicialmente, noção da possível utilidade prática das informações que venham a ser obtidas.

A denominação ciência "pura" alude, precisamente, a essa não intervenção de outros interesses diferentes dos cognitivos na formulação dos objetivos a serem alcançados. Por sua vez, a qualificação de "básica" alude ao fato de que a ciência assim praticada pode ser o fundamento de transformações da realidade, feitas de maneira proposital pelo ser humano.

A demonstração daquele teorema pode servir, suponhamos, para resolver problemas de engenharia; os dados sobre os buracos negros podem ser de proveito nas missões espaciais; e a compreensão do funcionamento da memória pode ajudar a aprimorar a aprendizagem. No entanto, ainda que tais aplicações não venham a ocorrer (e talvez nem sejam cogitadas), considera-se que o esforço científico já está justificado pelo aumento do saber (considerado, como veremos no próximo capitulo, como algo em si valioso).

À diferença da ciência pura, a ciência "aplicada" consiste na pesquisa que visa, desde o início, a obtenção de um saber útil. Propor-se identificar as causas de uma doença, com o intuito de curá-la e até erradicá-la; investigar o surgimento e a evolução dos furacões para poder antecipá-los e proteger as populações, ou pesquisar um episódio histórico para fundamentar uma ação política, são casos de pesquisa aplicada. Notem que a aplicação mencionada pode não consistir em produtos ou eventos que consideremos "bons", desejáveis, necessários etc. (como a saúde ou a segurança). Buscar conhecimentos que aperfeiçoem armas de guerra, ou que permitam manipular a opinião pública, é também dedicar-se à "ciência aplicada".

Pura ou aplicada, a ciência é busca de saber, ou por ele mesmo, ou pela sua utilidade. Já quando o propósito não consiste na busca de saber, mas no alcance de um objetivo prático **com** o auxílio do saber científico, fala-se em **"tecnologia"**.

A fabricação de um remédio, o aperfeiçoamento de uma máquina, a organização e administração de uma escola, a correção da dislexia (a dificuldade para a leitura) etc., são ações tecnológicas porque, para obter **resultados práticos** (novos objetos, ou objetos melhorados, melhores processos ou formas de trabalho, eliminação de perturbações no comportamento etc.), apelamos, conforme os casos, a informações procedentes da química, física, sociologia, psicologia, linguística, fisiologia etc.

Várias observações precisam ser feitas com relação a essa distinção tradicional. A primeira delas é que se trata, como em tantas outras distinções didáticas, de uma diferenciação teórica que não implica que, na realidade, essas três atividades (ciência pura, ciência aplicada, tecnologia), existam forçosamente separadas, ou que as suas fronteiras sejam sempre nítidas. A ciência pura pode estar também ao serviço de interesses práticos, ou ser compatível com eles. A ciência aplicada e a tecnologia não excluem a possibilidade de que, ao serem praticadas, gerem também, de maneira não prevista, conhecimentos "puros" (isto é, cuja utilidade não é óbvia). A pesquisa científica atual,

no campo das ciências naturais, desenvolve-se em vastos complexos e projetos em que a pesquisa pura, a aplicada e a tecnologia ocorrem simultaneamente (um assunto ao qual retornaremos). O que a distinção tradicional quer sublinhar é que essas atividades podem existir separadas, que existiram e ainda existem, em muitos casos, como práticas separadas, e que o sentido de cada uma delas é diferente.

Outra observação pertinente diz respeito às pressuposições antropológicas e epistemológicas subjacentes àquela distinção. A ciência básica ou pura é considerada como a ciência por excelência por certos filósofos, na medida em que ela manifestaria uma peculiaridade (e superioridade) do homem comparado ao restante dos animais. O ser humano é, para esta maneira de apreciar a ciência, um animal singularmente curioso, capaz de indagar assuntos que não lhe são, a rigor, indispensáveis para sobreviver. Isso, por sua vez, seria a chave da capacidade de progresso da espécie humana, apta para produzir um mundo mais seguro, rico, variado, que o mundo natural dado inicialmente a ela. Essa suposição antropológica vai amiúde acompanhada pela interpretação realista do conhecimento (elaboração de ideias que reproduzem traços da realidade) e pela noção da verdade como adequação. A ciência aplicada e a tecnologia derivam a sua importância, para esta maneira de filosofar sobre a ciência, da pesquisa básica, e, em termos de valores, o valor da eficiência (básica na ciência aplicada e na tecnologia) decorre do valor da verdade alcançada pela ciência.

Escreve Mario Bunge, um representante deste enfoque:

> A física quântica é um exemplo típico de ciência básica ou pura. Outros exemplos são a física clássica e a física relativista; a cosmologia e a química teórica; a teoria da evolução e a biologia molecular; a genética e a neurofisiologia; a fisiologia das funções mentais e a teoria da aprendizagem; a teoria da mobilidade social e a história econômica. Certamente, algumas dessas pesquisas encontraram aplicação, restrita ou ampla, imediata ou a longo prazo. Não obstante, nenhuma delas foi empreendida por motivos práticos: todas foram motivadas pelo desejo de compreender o mundo. Se a pesquisa iniciada por mera curiosidade dá frutos práticos, tanto melhor (ou pior). (Se não os dá logo, talvez os dê mais adiante. E se não os dá nunca, ao menos contribui para realizar uma das metas do homem, qual seja, conhecer o mundo e, em particular, co-

> nhecer a si mesmo. Ao fim de contas, a pesquisa desinteressada é uma das características que nos distinguem dos demais animais. Renunciar a ela é desumanizar-se. (Bunge, 1985a, p. 217; a expressão "ou pior" alude a usos censuráveis da ciência, como a destruição dos seres humanos).

A pesquisa aplicada, continua afirmando Bunge, tem diferenças com relação à básica. Para começar, a pesquisa aplicada se apoia na básica e produz um conhecimento teoricamente mais limitado.

> Por exemplo, o químico que estuda produtos naturais utiliza teorias, dados e métodos da química pura. Adquire novos conhecimentos referentes a produtos naturais [p.ex., plantas medicinais], porém é improvável que descubra propriedades profundas e leis gerais. Não se propõe a isso. (ibid., p. 218)

Em segundo lugar, a pesquisa aplicada é mais restrita. "Por exemplo, em vez de estudar a aprendizagem em geral, o psicólogo aplicado investigará a aprendizagem de determinada língua estrangeira pelos nativos de certa região e certas características biológicas e sociais" (id., ibid.). Por último, o interesse prático se deixa sentir: "O farmacólogo se interessa não só pela química dos seres vivos em geral, mas muito especialmente pelas substâncias benéficas ou daninhas a certas espécies, em particular a humana" (id., ibid.).

Já no caso da tecnologia, sempre segundo Bunge, o vínculo da produção eficiente com a verdade científica não está garantido. Em tese, e como mencionei antes, o funcionamento de um artefato atesta a verdade da informação científica que o possibilitou. **Mas isso não equivale a poder sustentar que a produção tecnológica é indício seguro da verdade científica, em particular, da verdade científica mais profunda ou avançada**.

> Embora na prática adote a concepção realista da verdade (factual) como *adaequatio intellectus ad rem* [adequação do intelecto à coisa], o tecnólogo nem sempre se interessa pela verdade das proposições com que lida. Ele se interessará pelas informações (dados, hipóteses e teorias verdadeiras na medida em que conduzam às metas desejadas. Em geral, preferirá a verdade simples a uma verdade mais complexa e profunda. (Bunge, 1980a, p. 193)

Isso explica que um tecnólogo, comenta Bunge, projetando um determinado aparelho ótico, possa em certos casos prescindir da teoria ondulatória da luz, baseando-se tão-somente na teoria do

raio luminoso (a ótica geométrica), e explica que teorias falsas (como a teoria geocêntrica na astronomia) possam continuar a ser usadas para fins práticos (tecnológicos) como a navegação.

Ainda que frequente, a interpretação filosófica da distinção entre ciência pura, aplicada e tecnologia que acabo de expor não é certamente a única. Outras posições filosóficas não acham tão justificada assim a delimitação entre aquelas atividades e a prioridade da pesquisa pura. Para a filosofia marxista, conforme a qual o modo como as sociedades humanas reproduzem a sua vida material condiciona todos os restantes aspectos da vida social, a tecnologia e a ciência aplicada têm um papel fundamental, sendo questionável ver na ciência básica tão-somente o produto da curiosidade humana. A existência de investigações que parecem obedecer ao mero desejo de conhecer remete, conforme esta filosofia, à divisão das sociedades humanas em classes sociais antagônicas. Pesquisar "por pura curiosidade" constituiria um privilégio de determinados grupos sociais em determinadas sociedades. Por outra parte, a aparente não utilidade desse tipo de pesquisas pode indicar, ou bem o mascaramento dos interesses práticos que a elas conduzem, ou a real inutilidade de tais pesquisas, que possuem, na verdade, uma função ideológica. Por exemplo, pesquisas sociológicas que servem para justificar a sociedade existente, sob alegação de investigá-la de maneira desinteressada.. A própria noção (e a valoração) da ciência "pura" constituiriam, para este enfoque, uma manobra ideológica (um assunto ao qual voltaremos no último capítulo).

John Dewey

É contrária também à exaltação da ciência pura a filosofia pragmatista, obviamente. Para o pragmatismo, que vocês já estudaram na disciplina Teoria do Conhecimento com particular referência a **John Dewey**, o conhecimento é uma forma de ação, ou melhor, uma combinação de pensamento e ação, de tal modo que o que denominamos crenças verdadeiras são aquelas que resultam eficientes para transformar a nossa experiência. Para um pensador como Dewey, a própria teoria é uma espécie de prática.

> Não há nenhum fundamento sobre o qual traçar uma linha lógica entre as operações e as técnicas de experimentação nas ciências naturais e as mesmas operações e técnicas empregadas para fins especificamente práticos. Nada tão fatal para a ciência pode ser imaginado como a elimi-

> nação da experimentação, e a experimentação é uma forma de ação e de fabricação. A aplicação de concepções de hipóteses a matérias existenciais pela mediação do agir e do fazer é um constituinte intrínseco do método científico. (Dewey citado em Hickman, 1992, p. 107).

As teorias que parecem desinteressadas são a rigor para Dewey teorias desconectadas de um interesse particular, o que as torna aplicáveis a muito diferentes interesses. Porque as teorias são abstraídas de uma situação particular, elas podem ser aplicadas em muitas situações práticas concretas. Por isso Dewey pode afirmar o (aparente) paradoxo: "A teoria é, com relação a todos os outros modos de prática, a mais prática de todas as coisas" (Dewey *apud* Hickman, ibid., p. 119).

6.2 A especificidade da tecnologia

Ao passo que a ciência pura é um objeto de reflexão filosófica de longa data, como já vimos, **a tecnologia** (e a ciência aplicada) não entraram na agenda dos filósofos profissionais senão recentemente. Apesar de que alguns pensadores do século XIX (como o próprio Marx) e da primeira metade do século XX (como Oswald Spengler, Lewis Mumford, Martin Heidegger e José Ortega y Gasset) dedicaram sua atenção à tecnologia, no âmbito acadêmico a filosofia da tecnologia data das últimas décadas do século passado. Mario Bunge, que já citei a propósito de diversos assuntos, foi um dos pioneiros deste campo de estudo, apontando, há mais de trinta anos, a riqueza de aspectos filosóficos (epistemológicos, éticos, ontológicos) que a tecnologia encerra, aguardando consideração.

Tenha presente a distinção entre ciência pura e tecnologia. Procure refletir sobre como a ciência pura e a tecnologia estão presentes em um mesmo objeto como, por exemplo, o computador.

É importante começar por frisar a distinção entre ciência aplicada e tecnologia, porque, apesar da diferença antes mencionada (busca de conhecimento no primeiro caso, solução de problemas práticos, no segundo), existe uma tendência a conceber a tecnologia como (em última análise) ciência aplicada, vista desde o ângulo da utilidade. Com outras palavras: o homem produziria tecnologia apenas utilizando conhecimentos científicos para fins práticos (pressupõe-se, ao raciocinar assim, que a "mera" técnica consiste em produzir artefatos utilizando conhecimento ordinário, não científico).

Ocorre, no entanto, que a produção de qualquer artefato tecnológico inclui diversos saberes, não apenas o científico. Inclui saber vulgar ou ordinário e saber técnico tradicional. Por outra parte, os conhecimentos científicos, especificamente as teorias, são em si mesmas demasiado abstratas e idealizadas, não podendo ser diretamente aplicadas na solução de problemas práticos. Elas precisam sempre de certa adaptação para que sirvam a fins tecnológicos. A mesma coisa vale para os dados obtidos pela ciência: um dado (informação) da física, ou da biologia, não é sem mais nem menos um elemento aproveitável na produção de artefatos ou em ações tecnológicas. Precisa ser colocado num novo contexto. Com outras palavras, de um teórico da engenharia: ***"A tecnologia, embora possa aplicar ciência, não é o mesmo que, ou inteiramente, ciência aplicada"***.

A citação é de Walter G. Vincenti, engenheiro e teórico da engenharia aeronáutica, autor de um livro clássico na matéria: What Engineers Know and How they Know It (O que os engenheiros sabem e como o sabem).

Há uma razão a mais para destacar a tecnologia dentro do cenário filosófico. Embora a palavra evoque geralmente aparelhos (e sofisticados), **"tecnologia" designa quatro classes de fenômenos**, conforme mostra Carl Mitcham, filósofo norte-americano contemporâneo, em um livro que constitui provavelmente a melhor introdução à filosofia da tecnologia (*Thinking through Technology: The Path between Engineering and Philosophy — Pensando através da Tecnologia: a senda entre a Engenharia e a Filosofia*). Mitcham faz ver que, além de constituir um mundo de objetos (e sistemas de objetos), a tecnologia se apresenta como uma forma específica de conhecimento (saber produtivo), como um conjunto de modos de ação e como expressão de determinada vontade humana com relação à realidade (o que às vezes é especificado como "vontade de domínio" ou de controle da Natureza).

Existem atualmente três grandes abordagens filosóficas da tecnologia. Uma delas a faz objeto de minuciosa análise conceitual, perguntando-se, por exemplo, pela especificidade de uma explicação tecnológica comparada com uma explicação científica, ou pelo critério ou critérios para diferenciar os objetos e processos naturais dos artificiais. Bunge, o citado Mitcham e muitos outros pensadores produzem uma filosofia "analítica" da tecnologia nesse sentido. Outra abordagem, inspirada na filosofia fenomenológico-hermenêutica (de autores como Heidegger e Maurício Merleau-Ponty), examinam a tecnologia como uma das maneiras em que o ser hu-

mano "está no mundo", para usar a famosa expressão heideggeriana. Viver num mundo tecnológico, **possuir um corpo cada vez mais alterado tecnologicamente**, usar aparelhos requintados para fins antes não imaginados, e – nem por último – pensar e agir cada vez mais em termos de valores tecnológicos (racionalidade, rapidez, eficiência), são as questões que ocupem e preocupam autores como Albert Borgmann (*Technology and the Character of Contemporary Life – A tecnologia e o caráter da vida contemporânea*) e Don Ihde (*Technology and the Lifeworld – A tecnologia e o mundo da vida*). Por fim, uma terceira abordagem explora a tecnologia enquanto manifestação da estrutura política da sociedade. O filósofo Andrew Feenberg chama a atenção sobre a maneira como os sistemas e produtos tecnológicos, sem prejuízo da sua explicação e justificação técnicas, têm conotações políticas, pois exprimem as desiguais relações de poder na sociedade industrial. Tudo quanto se produz tecnologicamente, a maneira de produzi-lo, os critérios de produção etc., estão no fundo governados por interesses políticos, ensina Feenberg em livros como *Transforming Technology* (*Transformando a Tecnologia*) e *Questioning Technology* (*Questionando a Tecnologia*). Feenberg fundamenta-se na filosofia marxista dos pensadores da Escola de Frankfurt, como Horkheimer e Marcuse. Desde uma diferente origem filosófica (a fenomenologia), um outro autor, também norte-americano, Langdon Winner, mostra que "os artefatos têm políticas", as quais se percebem, segundo este autor, ***até na configuração das nossas cidades***.

Perceba como a tecnologia altera nosso corpo. Quando dirigimos é como se nosso corpo pudesse andar mais rápido, fosse mais extenso etc.

Winner cita o caso de certas pontes construídas num parque de Nova Iorque, cuja altura permite a passagem, por baixo deles, de carros particulares, porém não de ônibus. O propósito da escolha desse tipo de ponte teria sido impedir o acesso das pessoas de classe inferior, usuárias do ônibus, a um parque frequentado por pessoas de outro status social. Winner é autor de livros como The Whale and the Reactor. A Search of Limits in an Age of High Technology (A baleia e o reator. Uma busca por limites em uma época de alta tecnologia*), em que se encontra o exemplo mencionado.*

A especificidade da tecnologia com relação à ciência (pura ou aplicada) pode apreciar-se em pelo menos três aspectos da mesma. Em primeiro lugar, e como já foi mencionado, na sua dimensão cognitiva. A tecnologia é um modo específico de conhecimento, um "saber do artificial" (como o denominou Herbert Simon, um estudioso da produção tecnológica). Ao passo que a ciência enfrenta **o que é**, com o intuito de entendê-lo, a tecnologia é uma atividade em

direção do que pode ser, do que está por ser. Não pode surpreender que a tecnologia contenha conceitos próprios (como "interface" e "otimização"), problemas específicos (o aparelho, funcionará?; o material, será resistente o suficiente?), e formas próprias de explicação (em que a função dos artefatos, dispositivos e sistemas tem o papel principal). À diferença da ciência, endereçada a identificar leis que explicam os fenômenos, ***a tecnologia se baseia em regras*** para agir eficientemente. Aliás, a eficiência é um valor central na atividade tecnológica, entre outros como a economia de recursos (materiais, esforço, tempo). Embora este último não esteja ausente na ciência (sob a forma do princípio de simplicidade, que leva a preferir, em condições iguais, as teorias ou explicações mais simples), a eficiência é um valor não destacado na ciência enquanto atividade teórica, a não ser nas interpretações pragmatistas do conhecimento.

A índole das regras tecnológicas e sua relação com as leis científicas foram analisadas com particular fineza por M. Bunge (v. Bunge, 1969, cap. 11).

Uma pesquisa dos sociólogos Trevor Pinch e Wieber Bijker no livro *The Social Construction of Technological Systems* (*A construção social dos sistemas tecnológicos*) mostra que a forma atual da bicicleta não se deveu apenas a uma evolução por razões técnicas, mas também a modificações constantes em atenção às demandas sociais (tipos diversos de usos, em diferentes circunstâncias, por homens ou mulheres etc.).

Por outra parte (eis um segundo aspecto em que se destaca a peculiaridade da tecnologia), **os valores cognitivos e os valores sociais encontram-se muito mais intervinculados na tecnologia do que na ciência** (um assunto ao qual voltaremos num outro capítulo). "Economia de recursos", por exemplo, é uma exigência técnica *e* econômica, pois equivale a economia de dinheiro. Os artefatos são concebidos levando em consideração valores sociais (como o *status* que a posse de determinado automóvel pode indicar, ou os preconceitos a propósito do que é "correto"). Estudos de história e sociologia da tecnologia revelam essa combinação circunstancial de valores técnicos e sociais na produção de objetos tecnológicos.

Um terceiro aspecto em que pode apontar-se a peculiaridade da tecnologia consiste em que, na medida em que ela se converteu em algo que perpassa a sociedade toda e se expande constantemente, acaba dando a impressão de constituir uma entidade com vida própria. A possível autonomia da tecnologia é um assunto muito discutido, explicita ou implicitamente. A sua discussão explícita dá-se a propósito daquelas obras que sustentam a autonomia da tecnologia. A rigor, apenas um livro foi tão longe assim: *La Technique ou l´enjeu du siècle* (*A técnica, ou a*

aposta da época, 1954), do sociólogo e filósofo francês Jacques Ellul (1912-1994). Este autor denomina "técnica" um fenômeno abrangente, que compreende desde as técnicas pré-científicas até a tecnologia, como a sua manifestação mais poderosa. A técnica, esclarece Ellul, começou com a máquina, mas não se reduz a ela, e hoje a máquina depende da técnica, sem deixar de representar o ideal técnico. Por outra parte, em certo modo a técnica transforma tudo em máquina, porque "quando a técnica entra em todas as áreas da vida, cessa de ser externa ao homem e se converte na sua substância" (Ellul, 1964, p. 6). Técnica significa a **mecanização em si mesma**, o afã de encontrar (em especial, calculando) sempre e em toda parte "o melhor meio" (= o mais eficiente) de realizar seja o que for. A técnica não repousa em tradições, mas nos próprios procedimentos técnicos prévios, aperfeiçoados a cada passo. Não tem sempre a ver com economia nem com produtividade, mas sim com organização, pois esta última "é uma técnica". A civilização técnica pode ser resumida como o agregado dos "**melhores meios**" (ibid., p. 21).

> (...) atualmente, nem a evolução econômica nem a política condicionam o progresso tecnológico. Seu progresso é igualmente independente da situação social. O contrário é efetivamente o caso (...). A técnica provoca e condiciona a mudança social, política e econômica. É o primeiro motor de todo o resto, apesar das aparências em contrário e apesar do orgulho humano, que pretende que as teorias filosóficas do homem são ainda influências determinantes e que os regimes políticos do homem são fatores decisivos na evolução técnica. As necessidades externas não mais determinam a técnica. As próprias necessidades internas de desenvolvimento da técnica são determinantes (Ellul, ibid., p. 133-134).

De maneira semelhante, Martin Heidegger, no seu escrito *Die Frage nach Technik* (*A pergunta pela técnica*), de 1953, tinha sustentado que a técnica moderna, de base científica, à diferença da técnica tradicional, artesanal, constitui uma imposição à Natureza, que fica reduzida a algo à disposição do homem. Em si mesma, esta alegação dificilmente seria nova, porém a novidade da tese heideggeriana reside em que o autor sugere que esse evento (a técnica) é algo que transcende a vontade do ser humano, individual e coletivamente. É uma sorte de destino a que o homem está em certa medida entregue, ***ainda que o autor sugira, obscuramente, alguma possibilidade de reagir***. Às teses de Ellul e Heidegger pode-se acrescentar a análise de Langdon

O modo de expressão de Heidegger é notoriamente difícil de compreender. Seu estilo apela a interpretações pessoais de termos gregos e alemães.
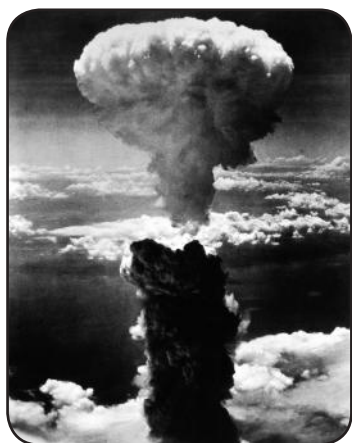
Foto da explosão da bomba atômica usada no final da Segunda Guerra Mundial. Esse fato é um bom exemplo de como uma ação pode fugir do controle humano. Para a construção da bomba foram utilizados conhecimentos desenvolvidos especificamente para isso, mas também conhecimentos que quando encontrados não tinham relação nenhuma com este fato: por exemplo, a descoberta do átomo, no século XIX.

Winner (autor que já mencionei), em seu livro *Autonomous technology. Technics-out-of Control as a Theme in Political Thought* (*Tecnologia Autônoma. A técnica-fora-de-controle como tema no pensamento político*), de 1977. Winner, ele próprio cientista político, reflete, não a propósito da real autonomia da ciência, algo de que duvida, mas da crença na sua autonomia por parte de diversos pensadores (cientistas, filósofos, literatos etc.). Na sua minuciosa análise daquela crença, Winner observa que na base da impressão de que a tecnologia é soberana está a decepção relativa a algumas crenças tradicionais, como a de que o homem conhece bem o que faz, de que possa controlar tudo quanto produz ou a de que a tecnologia seja um mero instrumento, a serviço de quaisquer fins. Contrariando essas convicções, a tecnologia é hoje uma ordem à que parece óbvio submeter-se. No entanto, o escape do controle não é algo privativo da tecnologia, assinala Winner, mas de toda ação humana, à medida que é imprevisível (sobretudo porque está inserida no contexto das ações dos outros).

A real ou pensada autonomia da tecnologia é contestada por diversos autores (como Feenberg, já citado) não apenas em nome da insuficiência dos argumentos para provar que ela exista como entidade independente, mas também pelas consequências políticas que aquela convicção acarreta, isto é, a suposição de que "nada podemos fazer" para mudar a sociedade tecnológica. Baseando-se com frequência na teoria marxista da "falsa consciência" (vale dizer, da miragem pela qual os membros de uma sociedade tomam por causas os efeitos de mecanismos sociais que não conseguem perceber), os críticos da autonomia da tecnologia apontam para a necessidade de que o ser humano reveja a sua dependência cotidiana dos artefatos e sistemas tecnológicos e reflita no quanto ele abdica de outras formas de vida quando usa despreocupadamente da tecnologia. Aqui também ajudam os estudos históricos e sociológicos que mostram a origem de técnicas, artefatos e sistemas, pois permitem advertir as escolhas que foram feitas por ocasião da criação ou da inovação tecnológica, e quem fez essas escolhas, assim como acompanhar os processos de "solidificação" dos usos e práticas tecnológicas.

6.3 A questão da tecnociência

A partir da década de 1980 começou a circular a expressão "tecno-

ciência", neologismo destinado a significar a relação cada vez mais estreita entre ciência e tecnologia na sociedade contemporânea. Por uma parte, "tecnociência" alude à circunstância de que a pesquisa científica "de ponta", nas ciências naturais, requer cada vez mais recursos tecnológicos, ao extremo de ser já impensável a pesquisa astronômica, física, química, geológica ou biológica sem a utilização de sofisticados aparelhos (baseados em não menos sofisticadas teorias científicas), ***em instalações ou artefatos que superam tudo quanto já foi construído na história humana***. Por outra parte, "tecnociência" alude também ao fato de que a pesquisa é com frequência inspirada (ou seu rumo é modificado) pela tecnologia existente ou emergente. Assim vista, a ciência, mesmo a básica, parece ir "a reboque" da tecnologia.

O "túnel" de 27km construído no CERN (Suíça) para produzir a colisão de partículas subatômicas e o telescópio espacial Hubble são exemplos típicos.

Acelerador de partículas do CERN

Não obstante, "tecnociência" começa a ser usada também para designar o entrosamento cada vez maior da pesquisa científica, não apenas com a tecnologia que a possibilita e influencia, mas também com os interesses econômicos, políticos e bélicos. "Tecnociência" designa assim uma realidade complexa e, para alguns, *sui generis* na história da ciência.

O filósofo espanhol contemporâneo Javier Echeverría analisa minuciosamente esta nova prática científica em seu livro *La Revolución Tecnocientífica*, de 2003. Echevarría mostra que a vinculação estreita, institucional, entre a ciência e o poder econômico-político começou durante a Segunda Guerra Mundial, ***com grandes projetos como o Manhattan, que permitiu construir a bomba atômica***. Esses e outros projetos (como o laboratório de radiação de Berkeley e o projeto ENIAC, que originou a produção de computadores) representam o que foi denominado "grande ciência" (*Big Science*), à diferença da ciência "pequena" dos séculos anteriores. A *Big Science* ou "macrociência" iniciou-se nos Estados Unidos (que continuam sendo os seus máximos incentivadores), ainda que depois tenha sido reproduzida em outros países (a ex-URSS, Grã-Bretanha, França, etc.). Com o surgimento da macrociência, terminou a época da ciência acadêmica, frequentemente aplicada e ocasionalmente colocada a serviço do poder, para dar passo a uma época em que, de maneira cada vez mais sistemática, a atividade científica é vista em função de objetivos extracientíficos.

Isso não significa que, no passado, a ciência não tivesse estado circunstancialmente ao serviço do poder político, econômico ou militar. Apenas quer dizer que no século XX essa vinculação tornou-se constante, manifesta e – sobretudo – institucionalizada.

Vannevar Bush

> A pesquisa científica não se justificava já pela busca da verdade nem pelo domínio da natureza. Esses objetivos, que caracterizaram a emergência da ciência e a tecnologia modernas, continuaram existindo, porém surgiram outros novos, muito mais específicos... Em concreto, trata-se de garantir o predomínio militar, político e comercial de um país (Echeverría, 2003, p. 28).

Segundo nosso autor, tratou-se de uma mudança na estrutura da atividade científica, ao aproximá-la da tecnologia, da política e da economia. No entanto, e sempre segundo a sua leitura do processo, **a macrociência foi apenas uma fase de transição entre a ciência tradicional e a tecnociência**, que viria a desenvolver-se no período de pós-guerra, estreitamente ligada ao (novo) conceito de "política científica" (ou científico-tecnológica). Sempre nos EUA, esta nova fase da ciência teve seu ponto de partida e seu fundamento teórico num famoso informe do engenheiro **Vannevar Bush** intitulado *Science, the Endless Frontier* (*A ciência, a fronteira sem fim*), entregue em 1945 ao então presidente Truman, aconselhando o desenvolvimento planificado da ciência e a tecnologia norte-americanas. Bush era originário do MIT (Massachusetts Institute of Technology), um dos mais importantes centros de pesquisa tecnológica, e tinha sido conselheiro da presidência durante a guerra.

A macrociência tinha já implicado, ensina Echeverría, o financiamento governamental, a integração de cientistas e tecnólogos, um novo "contrato social" da ciência (pelo que a pesquisa passou a fazer parte de uma indústria de pesquisa e desenvolvimento), a militarização da ciência e seu gerenciamento por parte de instituições específicas (laboratórios industriais e militares, órgãos do governo etc.). A ***tecnociência***, ainda que prolongando práticas macrocientíficas, tem peculiaridades, a começar pelo financiamento privado da pesquisa (que não exclui o público, porém é predominante). Na tecnociência, a interdependência entre ciência e tecnologia "é praticamente total", afirma Echeverría. Essa simbiose inclui um protagonismo cada vez maior dos tecnólogos. Proliferam as empresas tecnocientíficas, não necessariamente gigantescas, pois a tecnologia é antes uma questão de estrutura e do caráter empresarial da pesquisa. Essas empresas são concebíveis, à parte os óbvios interesses políticos, econômicos e bélicos, porque o conhecimento transformou-

A tecnociência propriamente dita teria surgido na década de 1980, e após um declínio da macrociência provocado pela crise cultural suscitada pela guerra do Vietnã, crise essa que incluiu uma forte desconfiança na utilização da ciência.

se em fator de produção e poder (fala-se em "capital intelectual" das empresas tecnocientíficas) que pode e deve ser patenteado.

> Desde uma perspectiva axiológica, cabe dizer que com a chegada da tecnociência os valores mais característicos do capitalismo entraram no núcleo mesmo da atividade científico-tecnológica. O enriquecimento rápido, por exemplo, que tradicionalmente tinha sido alheio às comunidades científicas, passou a fazer parte dos objetivos das empresas tecnocientíficas. A capitalização na Bolsa e a confiança dos investidores converteram-se em valores dominantes para muitas empresas tecnocientíficas. Ainda que os valores clássicos da ciência tenham mantido a sua presença na hora de pesquisar, as empresas de I + D + i [investigação, desenvolvimento, inovação] não tinham como objetivo a generalização do conhecimento, mas a inovação tecnológica e sua capitalização no mercado... (ibid., p. 65).

Echeverria frisa que a transformação da ciência em empresa produtiva (ou sua incorporação à vida das empresas) não é (ainda) total. Continua existindo a ciência tradicional e a tecnologia tradicional. Mas o avanço da tecnociência é constante. Surgem novas disciplinas: tecnomatemáticas, tecnoastronomia, tecnofísica, tecnoquímica, tecnosociologia etc. Disciplinas tradicionais, como a matemática, a geologia e a economia se modificam ao serem transformadas em tecnociência. Hoje é possível gerar novos objetos matemáticos, como os "fractais", simular a situação da economia em um país e ***fazer pesquisas geológicas em outros planetas***.

A própria denominação "geologia" torna-se anacrônica, pois significa literalmente "estudo da Terra" (geo-logia)*.*

Desde a perspectiva epistemológica, própria da filosofia da ciência, a tecnociência, em um certo sentido, não significa nenhuma mudança substancial. Ela não implica, por exemplo, que teorias de uma índole completamente nova sejam produzidas, ou que se deixe de procurar leis naturais. No entanto, devido à simbiose com a tecnologia e à subordinação a valores não cognitivos, "as ações científicas mais clássicas (demonstrar, observar, medir, experimentar etc.) se modificaram radicalmente", afirma Echeverría. As operações científicas são realizadas cada vez mais mediante recursos tecnológicos e/ou por artefatos. **Parte da atividade científica está automatizada e executada por aparelhos**. Diversos teoremas só podem ser demonstrados mediante computadores e os dados são colhidos mediante máquinas ("tecno-dados", ou "info-dados", na medida em que são formulados mediante a informática). O mundo do conhecimento tecnocientífico exprime-se não apenas

em fórmulas, mas também em imagens, gráficos, sons etc. Além do mais, as linguagens informáticas adquiriram uma importância capital, superior à da matemática na ciência tradicional.

> Normalmente, [essas linguagens] são muito diferentes conforme as disciplinas e as linhas de pesquisa. Dominá-las é um requisito indispensável para poder pesquisar, devido a que os dados, as hipóteses e os resultados são expressos segundo formatos tecnológicos. Em algumas matérias se utiliza poderosos instrumentos de cômputo, em outras é indispensável dominar as técnicas de visualização científica. (...) Observe-se que essas tecnolinguagens podem também ser utilizadas para questões organizativas, de administração e avaliação. As linguagens informáticas são necessárias em todas as fases da atividade científica, não apenas na pesquisa. (ibid., p. 167).

As linguagens informáticas ordenam, ante tudo, ações, das quais resultam os fatos científicos. Não há fatos científicos, na tecnociência, sem ações prévias que devem, portanto, ser planejadas, repetidas, controladas etc. Daí que seja nelas mais importante a sintaxe do que a semântica, isto é, a relação dos símbolos entre si do que seu significado. A objetividade científica assume também aqui outra feição: trata-se da objetividade dos procedimentos (reais ou virtuais). E **o sujeito da ciência** não é apenas coletivo (a comunidade de pesquisadores) como **heterogêneo**, pois inclui uma pluralidade de agentes: além dos cientistas, engenheiros e técnicos, gestores, assessores, juristas (para lidar com a questão das patentes), entidades financeiras de respaldo, peritos em organização do trabalho etc. (ibid., p. 82).

No âmbito teórico, não há grandes variações (sobretudo em cosmologia e biologia) com relação à ciência tradicional, mas se privilegia cada vez mais os modelos computacionais, indispensáveis para traduzir as ideias em ações. Por isso, a denominada "concepção semântica das teorias", que vimos no capítulo 4, torna-se a mais adequada para compreender este tipo de ciência. O contexto de avaliação das teorias científicas em jogo é mais amplo e complexo que o contexto de "justificação" ou "validação".

Conforme a utilização de "info-dados", a noção de evidência empírica é de alguma forma modificada. E a questão da verdade torna-se secundária (como já vimos a propósito da tecnologia): o que conta é que a teoria que possibilita a produção ou inovação "funcione".

Existem também diferentes "paradigmas" tecnocientíficos, que podem ser alternativos ou rivais (com relação ao fim prático que se procura). Neste último caso, mais do que incomensuráveis (como os paradigmas que popularizou Kuhn), são incompatíveis, pois se trata de modos diferentes de pesquisar no tocante a procedimentos, técnicas e estilos de ação e organização (ibid., p. 174).

Cabe mencionar que outro estudioso da tecnociência, o filósofo também espanhol Manuel Medina, sustenta que a ciência sempre foi, em alguma medida, tecnociência, vale dizer que sempre esteve vinculada com a técnica e com interesses econômicos e políticos. Para Medina, o saber operativo, técnico, foi e continua sendo a forma básica de conhecimento humano, ao passo que o saber enunciativo, teórico, ocorre posterior e secundariamente. E o saber operativo esteve, desde o início da humanidade, associado a projetos dos poderosos. A tecno-logia surgiu ***quando a teorização foi colocada a serviço de um aperfeiçoamento sistemático do saber operativo***.

As ideias de Medina estão expostas principalmente no seu livro De la tecne a la tecnologia *(1984).*

Seja na interpretação de Echeverría, seja na de Medina, a tecnociência interessa a filósofos como aqueles pela ameaça política e cultural que segundo eles representa, pois a mentalidade tecnocientífica se expande, favorecendo cada vez mais uma sociedade consumista e tecnocrática. Cabe destacar que, conforme Echevarría, a filosofia da ciência na sua forma tradicional, ocupada com questões lógico-metodológicas, é incapaz de compreender o fenômeno da tecnociência. A complexidade desta última escapa a um olhar puramente filosófico, requerendo um exame multidisciplinar ou transdisciplinar. Por isso, Echeverría elogia os denominados "Estudos da ciência e tecnologia"(*Science and Technology Studies*, *STS*), que combinam filosofia, sociologia e história na análise da tecnociência.

A tecnociência implica uma mudança na racionalidade da ciência, pois a pesquisa deixa de obedecer exclusivamente aos va-

lores epistêmicos ou de conhecimento, para combiná-los (quando não submetê-los) a outros valores. Esta questão vai nos ocupar no próximo capítulo.

Leituras Recomendadas

As ideias de Bunge sobre ciência e tecnologia podem ser ampliadas lendo o livrinho *Ciência e Desenvolvimento* e os capítulos 2, 3, 5 e 6 de *Seudociencia e Ideología*. Sua caracterização das regras tecnológicas está exposta no capítulo 11 de *La Investigación Científica*. O capítulo 11 de *A ciência como atividade humana*, de Kneller, oferece uma introdução clara, em linguagem simples, ao tema da tecnologia, às diversas atitudes frente à mesma e à questão da sua autonomia. Meu artigo "La peculiaridad del conocimiento tecnológico" analisa as diferenças entre esse tipo de saber e o científico, ao passo que outro artigo meu, "A tecnologia como problema filosófico: três enfoques", apresenta as perspectivas analítica, fenomenológica e crítica em filosofia da tecnologia. Dos textos clássicos sobre técnica e tecnologia, recomendo *Meditación de la Técnica*, de Ortega y Gasset, e "A questão da técnica" de Heidegger. O livro *La Revolución Tecnocientífica*, de Javier Echevarría, é uma apresentação excelente, muito detalhada, da história, dos aspectos e dos problemas da "tecnociência". O livro de Medina (*De la Techne a la Tecnologia*) está infelizmente esgotado, porém pode consultar-se na internet seus artigos "A cultura da tecnociencia", e "Tecnociencia, retos y modelos". Quem puder ler inglês tem em *Thinking through Technology*, de C. Mitcham, a melhor introdução, histórica e sistemática, à filosofia da tecnologia. O mesmo leitor pode abordar *Technology and the Character of Contemporary Life*, de A. Borgmann (visão fenomenológica da tecnologia), e *Transforming Technology*, de A. Feenberg (visão "crítica" da tecnologia).

Reflita sobre

- A diferença entre ciência básica, ciência aplicada e tecnologia.
- A intervinculação das três práticas.
- A peculiaridade do conhecimento tecnológico.
- As diversas abordagens filosóficas da tecnologia.

- A crença na autonomia da tecnologia.
- A diferença entre a ciência tradicional e a tecnociência.